

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10089787 A

(43) Date of publication of application: 10.04.98

(51) Int. Cl

F25B 9/00

(21) Application number: 08243220

(71) Applicant: IDOUTAI TSUSHIN SENTAN
GIJUTSU KENKYUSHO:KK

(22) Date of filing: 13.09.96

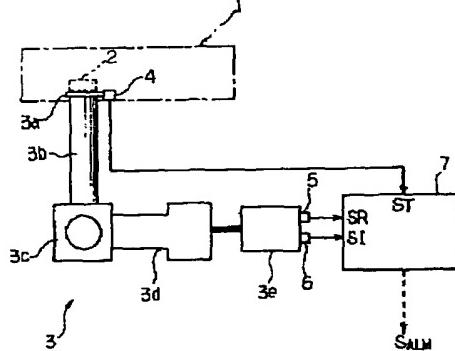
(72) Inventor: KATO TOMOO

(54) FAULT PREDICTING UNIT FOR REFRIGERATOR

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent interruption of operation of a radio system by providing useful technique for predicting a fault of a refrigerator and taking a predetermined measure before the fault occurs.

SOLUTION: A temperature of a cold head 3a of a refrigerator 3 is measured at each predetermined time. When a differential value between a measured value of this time and a measured value of previous time continuously exceeds predetermined times a reference value, a fault predictive signal is output. When a temperature of the head 3a of the refrigerator 3 has an increasing trend upon lapse of a time, the fault predictive signal is output. Accordingly, if predetermined measure such as dispatch of a maintenance personnel is taken in immediate response to the signal, the maintenance is performed in advance to the fault, and hence interruption of the operation of a radio system is avoided.



COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-89787

(43)公開日 平成10年(1998)4月10日

(51)Int.Cl.*

識別記号

F 25 B 9/00

F I

F 25 B 9/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数3 O.L (全4頁)

(21)出願番号 特願平8-243220

(22)出願日 平成8年(1996)9月13日

(71)出願人 595000793

株式会社移動体通信先端技術研究所
愛知県日進市米野木町南山500番地1

(72)発明者 加藤 知雄
愛知県日進市米野木町南山500番地1 株
式会社移動体通信先端技術研究所内

(74)代理人 弁理士 有我 軍一郎

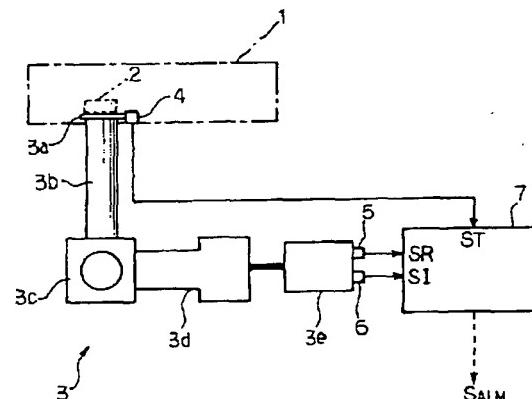
(54)【発明の名称】 冷凍機の故障予知装置

(57)【要約】

【課題】 冷凍機の故障を予知する有益な技術を提供し、以て故障発生前に所要の対策を講じることを可能とし、無線システムの運用中断を未然に防止する。

【解決手段】 冷凍機のコールドヘッドの温度を所定時間ごとに測定し、今回の測定値と先回の測定値との差値が所定回連続して基準値を上回ったときに、故障予知信号を出力する。冷凍機のコールドヘッドの温度が時間の経過に伴って増加傾向にあるとき、故障予知信号が出力される。したがって、この信号に即応して保守要員を派遣するなどの所要の対策を講じれば、故障に先立つ事前整備が可能となり、無線システムの運用中断が回避される。

一実施例の概念構成図



- 3 : 冷凍機
3a : コールドヘッド
4 : 温度検出手段
5 : 回転数検出手段
6 : 電流検出手段
7 : 故障予知手段

【特許請求の範囲】

【請求項1】冷凍機のコールドヘッドの温度を所定時間ごとに測定し、今回の測定値と先回の測定値との差値が所定回連続して基準値を上回ったときに、故障予知信号を出力することを特徴とする冷凍機の故障予知装置。

【請求項2】冷凍機のモータ回転数又はモータの励磁電流を所定時間ごとに測定し、今回の測定値と先回の測定値との差値が所定回連続して基準値を上回ったときに、故障予知信号を出力することを特徴とする冷凍機の故障予知装置。

【請求項3】請求項1記載の故障予知信号と請求項2記載の故障予知信号との論理積信号を出力することを特徴とする故障予知装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、冷凍機の故障予知装置に関し、特に、無線システムの受信ヘッド部に搭載される冷凍機の故障予知装置に関する。

【0002】

【従来の技術】無線システムの受信性能を向上するため、従前から、①空中線利得を上げる、②受信ヘッド部（空中線に近い部分）のS/N比を改善する、ことが行われていた。たとえば、②の方法では、周波数フィルタを高温超伝導体（HTS；high temperature superconductor）で構成して信号損失を局限したり、高周波増幅器を冷却して熱雑音の発生を抑えたりしてS/N比の改善を図っている。

【0003】図2において、1は図示を略した空中線の近くに配置された受信ヘッド部であり、この受信ヘッド部1は、当該無線システムに割り当てられた周波数帯域以外の不要周波数を排除するための周波数フィルタ2を備えるほか、図示はしないが、受信信号を十分な大きさに増幅する高周波増幅器、受信信号と局部発振信号とを混合して適当な周波数の中間周波数信号に変換する混合器などを備える。

【0004】ここで、周波数フィルタ2は、ストリップ導体と接地導体の間に誘電体基板を挟み込んだ構造を持つ、いわゆるストリップ線路形の帯域通過フィルタで、隣接するもの同士が1/4波長の長さで側面結合するように並べられた複数のストリップ導体を有するというものであり、特に、そのストリップ導体をHTSで形成したものである。なお、この種の周波数フィルタとしては、たとえば、本件出願人が先に提案した「超伝導平面回路及びその製造方法」（特願平8-129391号／平成8年5月24日）がある。このような周波数フィルタ2を冷凍機3によって極低温（70K～80K）に冷やして使用すると、信号損失の低下や周波数応答性の向上など、金属配線にない優れた効果を得ることができ、無線システムの大幅な受信性能を図ることができる。また、周波数フィルタ2だけでなく、高周波増幅器や混合

器も冷却すれば、熱雑音の発生を抑制して、より一層の受信性能の向上を図ることができる。

【0005】ところで、かかる受信ヘッド部1に搭載する冷凍機3には、十分な冷凍性能があり、且つ、設置スペースの点からできるだけ小型軽量であって、しかも、故障間隔が長いことが求められるが、これらの点において、スターリング型冷凍機やGM型冷凍機若しくはバルス管冷凍機の使用は好ましい。なお、この種の冷凍機としては、たとえば、本件出願人が先に提案した「バルス管冷凍機」（特願平8-33329号／平成8年2月21日）がある。

【0006】スターリング型冷凍機やGM型冷凍機若しくはバルス管冷凍機は、いずれも冷媒の圧縮膨張に伴う熱吸支を利用して被冷却部（コールドヘッド）の熱を奪い去るという点で基本的に一致するが、なかでもバルス管冷凍機は、構造がシンプルで長時間運転に耐えられるという特長から、特に、屋外等の整備性のよくない場所に設置する場合に適している。

【0007】図において、3aはコールドヘッド、3bは内部に蓄冷器を有するバルス管、3cはバルス管内部の冷媒を圧縮膨張するためのピストンを有するシリンダ、3dはピストンを駆動するためのモータ、3eはモータの回転数を一定に保つためのドライバである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、バルス管冷凍機は、他のタイプの冷凍機（たとえばスターリング型やGM型）に比べて故障しにくいという利点があるものの、ピストンやモータといった可動部分が存在する以上、故障の絶無化は不可能であり、冷却不能に陥った場合、無線システムの正常運用を望めないという問題点がある。

【0009】そこで、本発明は、冷凍機の故障を予知する有益な技術を提供し、以て故障発生前に所要の対策を講じることを可能とし、無線システムの運用中断を未然に防止することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、冷凍機のコールドヘッドの温度を所定時間ごとに測定し、今回の測定値と先回の測定値との差値が所定回連続して基準値を上回ったときに、故障予知信号を出力することを特徴とする。請求項2に係る発明は、冷凍機のモータ回転数又はモータの励磁電流を所定時間ごとに測定し、今回の測定値と先回の測定値との差値が所定回連続して基準値を上回ったときに、故障予知信号を出力することを特徴とする。

【0011】請求項3に係る発明は、請求項1記載の故障予知信号と請求項2記載の故障予知信号との論理積信号を出力することを特徴とする。請求項1又は2に係る発明では、冷凍機のコールドヘッドの温度又はモータの回転数（又はモータの励磁電流）が時間の経過に伴って

増加傾向にあるとき、故障予知信号が outputされる。したがって、この信号に即応して保守要員を派遣するなどの所要の対策を講じれば、故障に先立つ事前整備が可能となり、無線システムの運用中断が回避される。

【0012】請求項3に係る発明では、冷凍機のコールドヘッドの温度とモータの回転数（又はモータの励磁電流）の双方をモニタするため、一方のみのモニタに比べ誤警報確率が低く抑えられる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1は本発明に係る冷凍機の故障予知装置の一実施例を示す図である。なお、図2と共に構成要素には同一の符号を付すとともにその説明を省略する。図1において、4は温度検出手段、5は回転数検出手段、6は電流検出手段、7は故障予知手段である。

【0014】温度検出手段4は冷凍機3のコールドヘッド3aの温度に比例した電気信号STを発生するもの、回転数検出手段5はドライバ3eの内部で生成されるモータ回転数制御信号からモータ回転数に比例した電気信号SRを発生するもの、電流検出手段6は同じくドライバ3eの内部で生成されるモータ励磁電流に比例した電気信号SIを発生するものであり、故障予知手段7は、これらの各信号ST、SR、SIの時間軸上の特異な変化傾向から冷函機3の故障を予知し、故障予知信号S_{ALM}を出力するというものである。なお、この例では、*

$$\Delta ST / \Delta \tau = \Delta SR / \Delta \tau = \Delta SI / \Delta \tau = 0 \quad \dots (8)$$

となるはずである。一方、たとえば、モータ3bのペアリングが摩耗したり、シリンダ3c内のピストンが動きにくくなったりすると、その症状は、モータ3dの回転数の低下や励磁電流の増加となって現れる。仮に、その症状が軽微なものであっても、いずれ冷函機3の動作に致命的な影響を与えることが明らかであるから、保守要※

$$\Delta SR / \Delta \tau \neq 0 \text{ 且つ } \Delta SI / \Delta \tau \neq 0 \quad \dots (9)$$

の条件を連続（たとえば τ_{t-1} 、 τ_t 及び τ_{t+1} ）して満たしたときに、予知信号S_{ALM}を出力するようにしている。ただし、バラツキ等を考慮すると、実際の判定基★

$$\Delta SR / \Delta \tau \neq \pm \alpha \text{ 且つ } \Delta SI / \Delta \tau \neq \pm \alpha \quad \dots (10)$$

したがって、本実施例では、正規化後の回転数変動分が所定の判定基準値を越え、且つ、正規化後の励磁電流変動分が所定の判定基準値を越えた場合に、いずれ冷函機3の動作に致命的な影響を与えることになる症状の発生を保守要員等に通知して、予備系への切り換えなど、所要の対策を講じさせることができ、無線システムの運用中断を未然に防止することができる。

【0020】又は、モータやピストンの動きが円滑でなくなると、ある時間（コールドヘッド3aの保温能力や外気温によって決まる時間）の経過後に冷函機3のコールドヘッド3aに温度の変化（ $\Delta ST / \Delta \tau \neq \pm \alpha$ ）が現れるが、かかる温度変化は、受信ヘッド部1の動作に直接的な悪影響を与えるから、この温度変化を連続して

* ドライバ3eに回転数検出手段5や電流検出手段6を接続しているが、これに限らない。たとえば、モータ3dに回転数検出手段5や電流検出手段6を接続し、モータ3eの軸回転数や励磁コイルの電流量を直接的にモニタしても構わない。

【0015】故障予知手段7における好ましい予知アルゴリズムは、次のとおりである。まず、故障予知手段7は、所定時間（たとえば12時間）ごとに信号ST、SR、SIを取り込み、先回の取り込み信号と今回の取り

10 取り込み信号との差値を計算する。今、今回の取り込み時間を τ_t とし、先回の取り込み時間を τ_{t-1} とすると、各信号の差値は、以下のとおりとなる。

$$\Delta ST = ST_t - ST_{t-1} \quad \dots (1)$$

$$\Delta SR = SR_t - SR_{t-1} \quad \dots (2)$$

$$\Delta SI = SI_t - SI_{t-1} \quad \dots (3)$$

ここで、所定時間 $\Delta \tau$ は、

$$\Delta \tau = \tau_t - \tau_{t-1} \quad \dots (4)$$

であるから、所定時間 $\Delta \tau$ で正規化した差値は、

$$\Delta ST / \Delta \tau \quad \dots (5)$$

$$20 \Delta SR / \Delta \tau \quad \dots (6)$$

$$\Delta SI / \Delta \tau \quad \dots (7)$$

で与えられる。

【0017】冷函機3が正常に動作している場合、 ΔST 、 ΔSR 及び ΔSI は、時間が経過しても殆ど変化せず、

$$20 \Delta ST / \Delta \tau = \Delta SR / \Delta \tau = \Delta SI / \Delta \tau = 0 \quad \dots (8)$$

※員等に対して何らかの警報を発しなければならない。

【0018】そこで、本実施例では、このようなトラブルが所定時間 $\Delta \tau$ の間に発生した場合には、 ΔST 、 ΔSR 及び ΔSI が0以外の値を示し、正規化後の差値も0以外の値を示すという事実から、

$$\star \Delta ST / \Delta \tau \neq 0 \text{ 且つ } \Delta SR / \Delta \tau \neq 0 \text{ 且つ } \Delta SI / \Delta \tau \neq 0 \quad \dots (9)$$

★準値は、 $0 \pm \alpha$ （ α はマージン分）となり、式(9)は次式(10)のようになる。

【0019】

$$40 \Delta ST / \Delta \tau \neq \pm \alpha \text{ 且つ } \Delta SR / \Delta \tau \neq \pm \alpha \text{ 且つ } \Delta SI / \Delta \tau \neq \pm \alpha \quad \dots (10)$$

検出したときには、直ちに予知信号S_{ALM}を出力するようにしてよい。このようにすると、モータ3dの回転数や励磁電流に変化を及ぼさない他の原因（たとえば冷媒の劣化や漏れ）も含めた冷函機3の故障を総合的に予知できるから好ましい。

【0021】又は、モータ3eの回転数変動（ $\Delta SR / \Delta \tau \neq \pm \alpha$ ）とコールドヘッド3aの温度変動（ $\Delta ST / \Delta \tau \neq \pm \alpha$ ）が共に連続して発生したとき、若しくは、モータ3eの励磁電流変動（ $\Delta SI / \Delta \tau \neq \pm \alpha$ ）とコールドヘッド3aの温度変動（ $\Delta ST / \Delta \tau \neq \pm \alpha$ ）が共に連続して発生したときに予知信号S_{ALM}を出力するようにしてよい。このようにすると、回転数、励磁電流又は温度の一時的な変動に伴う誤警報を回避し

50

て、故障予知の信頼性を確保できるから好ましい。
【0022】なお、以上の例では、“正規化後”的差値が連続して0以外（基準値以外）の値となったときに故障を予知しているが、“正規化前”的差値が連続して0以外（基準値以外）の値になったときに故障を予知してもよいことは勿論である。

【0023】

【発明の効果】本発明によれば、冷凍機の故障を予知して、あらかじめ所要の対策を講じさせることができ、無線システムの運用中断を未然に防止できるという従来技術にない格別有利な効果が得られる。

* 【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例の概念構成図である。

【図2】従来例の概念構成図である。

【符号の説明】

3：冷凍機

3a：コールドヘッド

4：温度検出手段

5：回転数検出手段

6：電流検出手段

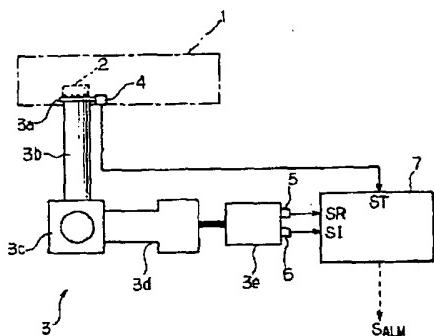
7：故障予知手段

10

*

【図1】

一実施例の概念構成図



3：冷凍機
3a：コールドヘッド
4：温度検出手段
5：回転数検出手段
6：電流検出手段
7：故障予知手段

【図2】

従来例の概念構成図

